



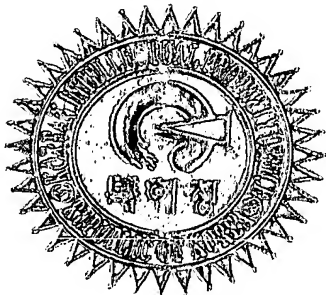
별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원번호 : 10-2002-0084976  
Application Number

출원년월일 : 2002년 12월 27일  
Date of Application

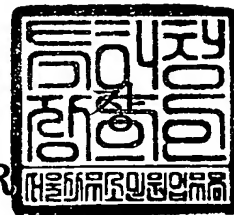
출원인 : 현대자동차주식회사  
Applicant(s) HYUNDAI MOTOR COMPANY



2003      년      08      월      11      일

특      허      청

COMMISSIONER



## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0008
【제출일자】	2002.12.27
【국제특허분류】	G01C
【발명의 명칭】	롤 -오버 제어 시스템
【발명의 영문명칭】	rollover control system in vehicle
【출원인】	
【명칭】	현대자동차주식회사
【출원인코드】	1-1998-004567-5
【대리인】	
【명칭】	한양특허법인
【대리인코드】	9-2000-100005-4
【지정된변리사】	변리사 김연수
【포괄위임등록번호】	2000-064233-0
【발명자】	
【성명의 국문표기】	박준홍
【성명의 영문표기】	PARK, JOON HONG
【주민등록번호】	630405-1051531
【우편번호】	442-470
【주소】	경기도 수원시 팔달구 영통동 벽산아파트 335동 1603호
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 한양특허법인 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	20 면 29,000 원
【가산출원료】	17 면 17,000 원
【우선권주장료】	0 건 0 원
【심사청구료】	7 항 333,000 원
【합계】	379,000 원



1020020084976

출력 일자: 2003/8/13

【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)\_1통

## 【요약서】

## 【요약】

본 발명은 주행차량의 선회 안정성을 확보하기 위해 차량의 주행상태를 검출하여 칼만 필터를 이용 주행중인 차량의 슬립 앵글을 정확히 예측하여 그 결과에 따라 롤-오버 발생여부를 판단할 목적으로;

차량이 시동 온 되면, 차량 동작상태 변화에 따라 검출되는 조향 각과 휠 회전수를 차량 동력학 처리부로 입력하고, 롤 각, 롤 비율, 요 비율 및 차속 등을 검출하여 칼만 필터 응용부로 입력하는 단계와; 상기 단계에서 입력되는 롤 각, 롤 비율, 요 비율 및 차속을 차량 동력학 방정식을 이용 칼만 필터 응용부에서 연산하여 과도상태의 슬립 앵글 예측하는 단계와; 상기 단계에서 예측된 과도상태의 슬립 앵글을 타이어 동력학 처리부에서 연산하여 타이어 횡력( $F_y$ )을 산출하는 단계와; 상기 단계에서 산출된 타이어 횡력( $F_y$ )을 비교하여 롤-오버 발생여부를 판단하는 프리-롤-오버 판정 서브루틴을 수행하는 단계와; 상기 프리-롤-오버 판정 서브루틴 수행 후, 롤 각, 롤 비율, 요 비율 및 차속을 칼만 필터 응용부에 재 입력하여 횡속도를 산출하는 단계와; 상기 단계에서 산출되는 횡속도를 이용 롤-오버를 판정하기 위한 롤-오버 판정 서브루틴을 수행하는 단계로 이루어져 있어서, 선회하는 차량의 롤-오버 발생을 방지할 수 있고, 롤-오버 발생으로 차량 전복시, 차량이 전복되기 전, 롤-오버 발생을 예측함으로써, 탑승자가 상해를 입는 것을 최소화 할 있다.

## 【대표도】

도 1

## 【명세서】

## 【발명의 명칭】

롤-오버 제어 시스템{rollover control system in vehicle}

## 【도면의 간단한 설명】

도 1은 본 발명의 실시예에 따른 롤-오버 제어 시스템 구성 블록도 이고,  
 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 롤-오버 제어 시스템의 동작 순서도 이고,  
 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 프리-롤-오버 판정 서브루틴 동작 순서도 이고,  
 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 롤-오버 판정 서브루틴 동작 순서도 이다.

## &lt; 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 &gt;

100 : 차량 동작상태 검출장치	110 : 조향 각 검출부
120 : 휠(wheel) 속도 검출부	130 : 롤(roll) 변화각 검출부
140 : 롤(roll) 각속도 검출부	150 : 요(yow) 각속도 검출부
160 : 차속 검출부	200 : 제어 장치
210 : 차량 동력학 처리부	220 : 칼만 필터 응용부
230 : 타이어 동력학 처리부	240 : 프로 롤 오버 처리부
250 : 롤 오버 처리부	
300 : 능동 리어 토우-인 제어 장치	
400 : 트랙션 제어 장치	500 : 브레이크 제어 장치

600 : 구동장치	610 : 에어 백 구동부
620 : 시트 벨트 프리텐서너 구동부	630 : 측면 보호 구동부
640 : 리어 토우-인 구동부	650 : 엔진 구동부
660 : 브레이크 구동부	670 : 경고부

### 【발명의 상세한 설명】

### 【발명의 목적】

### 【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<19> 본 발명은 롤-오버 제어 시스템에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 주행중인 차량의 롤-오버(Roll Over) 발생을 정확히 예측하여 차량 선회 주행시 안전운행을 도모하기 위한 롤-오버 제어 시스템에 관한 것이다.

<20> 오늘날의 자동차 탑승자 보호 기술 시스템에서는 종축을 중심으로 차량의 롤-오버(Roll Over)가 발생할 경우에 제어 시스템 또는 다른 보호 수단이 점화될 시기를 적시에 결정할 수 있도록 하기 위해, 차량 롤-오버 발생 검출을 위해 센서로부터 공급된 센서 신호들을 정해서 임계값과 비교하거나, 동일한 설계방식의 센서들로부터 전달된 센서 신호들만을 서로 대조하여 안전수단의 트리거링을 결정한다.

<21> 상기한 롤-오버를 제어하기 위해 종래에 제시되어 있는 내용을 살펴보면, 먼저 차량의 롤 각 및 롤 각속도 센서를 이용하여 검출되는 값을 이용 2차원 맵과 설정치 라인에 의한 차량 롤-오버를 판정하여 에어커튼, 롤 바를 제어하는 방법이 일본 특허 공개 제2001-264352호에 기재되어 있다.

<22> 그리고, 일본 특허 공개 제2001-260785호에서는 가속도 입력형의 경우는 좌우 Z축 가속도 센서 및 횡가속도 센서를 이용하여 롤 각 및 롤 각속도를 산출하여 2차원 설정 맵과 설정치에 의한 차량 롤-오버상태를 판정함이 제시되어 있고, 미국 특허 제 6,338,012호의 경우는 가속도(X,Y축), 각속도(X,Y,Z축), 조향각 속도 센서를 이용하여 가속도와 각속도, 조향각 및 속도를 입력받아 차량의 롤 각을 계산하여 차량 롤-오버 발생 방지를 위한 브레이크 제어를 수행함이 제시되어 있다.

<23> 또한, 미국 특허 제6,192,305호의 경우, 가속도(X,Y,Z축)와 각속도(X,Y축) 센서를 이용하여 가속도와 각속도 및 속도를 입력받아 현재 롤 각, 피치각 및 향후 롤 각 및 피치각을 칼만 필터(Kalman Filter)를 이용 계산하여 산출되는 값을 기준치와 비교 후 차량 롤-오버 발생을 검출함이 제시되어 있고, 미국 특허 제6,321,141호의 경우 가속도(Y축), 각속도(Z축), RPM 센서를 이용하여 가속도와 각속도 및 엔진 회전수를 입력받아 차량의 선행거동 변수를 결정하여 선회시 휠(Wheel) 동반경 변화, 차축 경사각, 시간 특정치 비교를 통해 차량 롤-오버 발생을 검출함이 제시되어 있으며, 미국 특허 제6,304,805호의 경우 각속도(X,Z축) 센서를 이용하여 각속도를 입력받아 측정치와 롤링 운동에 대한 물리적 모델을 이용한 실시간 롤 각을 계산하여 기준치와 비교를 통하여 브레이크를 제어하여 차량 롤-오버 발생을 방지하는 방법 등이 제시되어 있다.

<24> 상기한, 종래의 장치와 방법들 모두 주행차량에서 회전시 차량의 롤-오버 발생여부를 판단하여 사전에 차량의 속도를 줄여 차량의 롤-오버상태를 방지하거나 차량 롤-오버 발생시 탑승객을 보호하기 위해 각각의 방법을 사용하고 있다.

<25> 또한, 상기한 발명 중에는 롤-오버 발생 예측을 위해 확률 시스템의 상태 예측기인 칼만 필터를 이용하여 차량의 슬립 앵글을 예측하여 롤-오버를 판단하는 방법들도 다수 제시되어 있다.

<26> 하지만, 칼만 필터를 이용 차량의 롤-오버상태 판단하는 종래의 방법들은 사용되는 차량의 동력학 모델이 정상상태를 가정하기 때문에 과도상태에서 롤-오버에 대한 정확한 예측이 이루어지지 못하고, 그 오차 범위가 넓어, 주행차량의 롤-오버를 판단함에 부정확한 문제점을 내포하고 있다.

**【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】**

<27> 따라서, 본 발명의 목적은 상기한 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 주행 차량의 선회 안정성을 확보하기 위해 차량의 주행상태를 검출하여 칼만 필터를 이용 주행 중인 차량의 과도상태에서 슬립 앵글을 정확히 예측하여 그 결과에 따라 정확한 롤-오버 발생여부를 판단할 수 있는 롤-오버 방지 시스템을 제공하기 위한 것이다.

**【발명의 구성 및 작용】**

<28> 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명은,

<29> 차량이 시동 온 되면, 차량 동작상태 변화에 따라 검출되는 조향 각과 휠 회전수를 차량 동력학 처리부로 입력하고, 롤 각, 롤 비율, 요 비율 및 차속 등을 검출하여 칼만 필터 응용부로 입력하는 단계와;

<30> 상기 단계에서 입력되는 롤 각, 롤 비율, 요 비율 및 차속을 차량 동력학 방정식을 이용 칼만 필터 응용부에서 연산하여 과도상태의 슬립 앵글을 예측하는 단계와;



- <31>       상기 단계에서 예측된 과도상태의 슬립 앵글을 타이어 동력학 처리부에서 연산하여 타이어 횡력( $F_y$ )을 산출하는 단계와;
- <32>       상기 단계에서 산출된 타이어 횡력( $F_y$ )을 비교하여 롤-오버 발생여부를 판단하는 프리-롤-오버 판정 서브루틴을 수행하는 단계와;
- <33>       상기 프리-롤-오버 판정 서브루틴 수행 후, 롤 각, 롤 비율, 요 비율 및 차속을 칼만 필터 응용부에 재 입력하여 횡속도를 산출하는 단계와;
- <34>       상기 단계에서 산출되는 횡속도를 이용 롤-오버를 판정하기 위한 롤-오버 판정 서브루틴을 수행하는 단계로 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- <35>       상기에서 프리-롤-오버 판정 서브루틴은,
- <36>       타이어 동력학 처리부에서 산출되어 인가되는 타이어 횡력( $F_y$ )을 비교하여 차량 선회여부를 판단하는 단계와;
- <37>       상기 단계에서 차량 선회가 판단되면 1차 경고신호를 출력하고, 심한 선회여부를 판단하는 단계와;
- <38>       상기 단계에서 주행차량의 심한 선회가 판단되면 2차 경고신호를 출력하고, 롤-오버 발생을 방지하기 위한 제어신호를 출력하고 메인 루틴의 신호 입력단계로 리턴하는 단계로 이루어져 있다.
- <39>       상기에서 롤-오버 판정 서브루틴은,
- <40>       메인 루틴의 칼만 필터 응용부에서 예측되어 인가되는 횡속도( $V_y$ )를 롤-오버 발생 판정 기준 값과 비교하는 단계와;

- <41>       상기 단계에서 롤-오버 발생이 판단되면, 탑승객 보호를 위한 제어신호를 출력하는 단계와;
- <42>       상기 단계에서 롤-오버가 판단되지 않으면 메인 루틴의 차량 동작상태에 따른 검출 신호 입력단계로 리턴하는 단계로 이루어져 있다.
- <43>       이하 본 발명의 실시예를 첨부된 예시도면을 참조로 상세히 설명한다.
- <44>       본 실시예는 본 발명의 범위를 한정하는 것이 아니고, 단지 일예로 제시된 것이다.
- <45>       도 1은 본 발명의 실시예에 따른 롤-오버 제어 시스템 구성 블록도 이고, 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 롤-오버 제어 시스템의 동작 순서도 이고, 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 프리-롤-오버 판정 서브루틴 동작 순서도 이고, 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 롤-오버 판정 서브루틴 동작 순서도 이다.
- <46>       도 1은 롤 오버 제어 시스템 구성 블록도로서, 차량 동작상태 검출장치(100)는 차량의 주행상태 변화에 따라 가변되는 조향 각, 휠 회전수, 롤 각, 롤 각속도, 요 각속도 및 차속 등을 검출한다.
- <47>       이에, 롤 오버 제어 장치(200)는 차량 동력학 처리부(210), 칼만 필터 응용부(220), 타이어 동력학 처리부(230), 프리-롤-오버 판정부(240) 및 롤-오버 판정부(250)로 구비되어 있어서, 상기 차량 동작상태 검출장치(100)에서 검출되어 인가되는 조향 각, 휠 회전수, 롤 각, 롤 각속도, 요 각속도 및 차속 등을 입력받아 칼만 필터를 이용하여 과도상태의 슬립 앵글을 산출한 후, 롤-오버 예비 판정을 수행하여 경고신호 출력 및 롤-오버 발생 제어신호를 출력하고, 롤-오버 발생 판정시 승객 보호를 위한 제어신호를 출력한다.

- <48> 능동 리어 토크-인 제어 장치(300)는 상기 롤-오버 제어 장치(200)에서 출력되는 롤-오버 발생 제어신호에 따라 차량의 리어측 타이어를 능동적으로 토크-인 제어하기 위한 제어신호를 출력한다.
- <49> 트랙션 제어 장치(400)는 상기 롤-오버 제어장치(200)에서 출력되는 롤-오버 발생 제어신호에 따라 차량 엔진 출력을 저감시키기 위한 엔진 출력 저감 제어 신호를 출력한다.
- <50> 브레이크 제어 장치(500)는 상기 롤-오버 제어장치(200)에서 출력되는 롤-오버 발생 제어신호에 따라 차량의 주행 차속을 저감시키기 위해 브레이크 제어신호를 출력한다.
- <51> 구동장치(600)는 에어 백 구동부(610), 안전벨트 프리텐서너 구동부(620), 측면 보호 구동부(630), 리어 토크-인 구동부(640), 엔진 구동부(650), 브레이크 구동부(660) 및 경고부(670)로 이루어져 있어서, 상기 제어장치 및 능동 리어 토크-인 제어 장치, 트랙션 제어장치, 브레이크 제어장치 등에서 출력되는 제어신호에 동기되어 롤-오버 발생을 방지하기 위해 리어 토크-인, 엔진의 출력 저감, 차속 저감 및 경고 발생과 롤-오버 시 탑승객의 안전을 위해 에어 백을 점화, 안전벨트 프리텐서너를 조절 및 측면 보호 장비를 구동시킨다.
- <52> 상기에서 차량 동작상태 검출장치(100)는 운전자의 조향 휠 조작상태 변화에 따라 가변되는 조향 각 변화를 검출하는 조향 각 검출부(110)와;
- <53> 차량의 동작상태 변화에 따라 가변되는 차량의 4 바퀴 휠 회전변화를 검출하는 휠 회전수 검출부(120)와;

- <54> 차량의 동작상태 변화에 따라 선회하는 차량의 차체 기울어지는 각도를 검출하는 롤 각 검출부(130)와;
- <55> 차량의 동작상태 변화에 따라 선회하는 차량의 롤 운동의 속도인 롤 속도를 각속도로 검출하는 롤 레이트(roll rate) 검출부(140)와;
- <56> 차량의 동작상태 변화에 따라 선회하는 차량의 중심을 통하는 수직선 주위에 회전각의 변하는 속도를 검출하는 요 레이트(yaw rate) 검출부(150)와;
- <57> 차량의 동작상태 변화에 따라 가변되는 차량의 주행차속을 검출하는 차속 검출부(160)로 이루어져 있다.
- <58> 상기에서 롤-오버 제어 장치(200)는 차량 동작상태 검출장치(100)의 조향각 검출부(110) 및 휠 회전수 검출부(120)에서 검출되어 인가되는 조향 각 및 휠 회전수를 입력받아 메모리에 저장되어 있는 차량 동력학 처리 프로그램에 의해 차량의 움직임을 연산하여 출력하는 차량 동력학 처리부(210)와;
- <59> 차량 동작상태 검출장치(100)의 롤 각 검출부(130), 롤 레이트 검출부(140), 요 레이트 검출부(150) 및 차속 검출부(160)에서 검출되어 인가되는 롤 각, 롤 각속도, 요 각속도 및 차속 변화 값 등을 입력받아, 상기 차량 동력학 처리부(210)의 방정식을 이용하여 슬립 앵글을 연산하여 산출하는 칼만 필터 응용부(220)와;
- <60> 상기 칼만 필터 응용부(220)에서 연산되어 산출되는 슬립 앵글 값을 이용하여 각 타이어의 횡력을 연산하여 결정하는 타이어 동력학 처리부(230)와;

- <61>       상기 타이어 동력학 처리부(230)에서 결정되어 출력되는 횡력을 비교하여 차량 회전에 따른 롤-오버 발생을 예측한 후, 롤-오버 발생이 예측될 시 롤-오버 발생을 억제하기 위한 소정의 제어신호를 출력하는 프리-롤-오버 판정부(240)와;
- <62>       상기 프리-롤-오버 판정부(240)에서 출력되는 제어신호에 따라 가변되는 차량의 동작상태를 재 입력받아 칼만 필터 응용부(220)에서 연산되어 산출되는 차량 횡가속도를 비교하여 차량의 전복여부를 결정한 후, 차량 전복 예측시 탑승객을 보호하기 위한 보호장치 구동 제어신호를 출력하는 롤-오버 판정부(250)로 이루어져 있다.
- <63>       상기에서 구동장치(600)는 롤-오버 제어 장치(200)의 롤-오버 판정부(250)에서 출력되는 제어신호에 동기되어 차량 전복시 탑승객의 안전을 도모하기 위해 에어 백을 전개시키는 에어 백 구동부(610)와;
- <64>       롤-오버 제어 장치(200)의 롤-오버 판정부(250)에서 출력되는 제어신호에 동기되어 차량 전복시 탑승객의 안전을 도모하기 위해 탑승자의 시트 벨트 프리텐서너를 조절하는 안전벨트 프리텐서너 구동부(620)와;
- <65>       롤-오버 제어 장치(200)의 롤-오버 판정부(250)에서 출력되는 제어신호에 동기되어 차량 전복시 탑승객의 안전을 도모하기 위해 차량의 측면이 찌그러져 차량 내로 유입됨을 방지하기 위해 구동되는 측면 보호 구동부(630)와;
- <66>       능동 리어 토우-인 제어 장치(300)에서 출력되는 제어신호에 동기되어 차량의 리어 측 타이어가 토우-인 될 수 있도록 구동되는 리어 토우-인 구동부(640)와;
- <67>       트랙션 제어 장치(400)에서 출력되는 제어신호에 동기되어 차량의 엔진 출력을 저감시키는 엔진 구동부(650)와;

- <68> 브레이크 제어 장치(500)에서 출력되는 제어신호에 동기되어 차량의 주행 차속을 저감시키는 브레이크 구동부(660)와;
- <69> 롤-오버 제어 장치(200)에서 출력되는 경고신호에 제어되어 롤-오버가 발생할 수 있음을 경고램프를 점등시키거나 경고음을 발생시켜 운전자에게 경고하는 경고부(670)로 이루어져 있다.
- <70> 상기한 구성으로 이루어진 롤-오버 제어 방법을 첨부한 도 2, 도 3 및 도 4를 참조하여 예를 들어 설명한다.
- <71> 차량을 주행시키기 위해 운전자가 엔진을 시동시키면, 차량 동작상태 검출장치(100)는 차량의 동작상태 변화에 따라 가변되는 조향 각, 휠 회전수, 롤 각, 롤 레이트, 요 레이트 및 차속 등을 검출한다.
- <72> 이에, 롤-오버 제어 장치(200)는 차량 동작상태 검출장치(100)에서 검출되어 인가되는 조향 각, 휠 회전수, 롤 각, 롤 레이트, 요 레이트 및 차속 등을 입력받기 위해 소정의 제어신호를 출력하면, 차량 동작상태 검출장치(100)는 검출된 조향 각, 휠 회전수, 롤 각, 롤 레이트, 요 레이트 및 차속 등을 출력한다(S100).
- <73> 따라서, 롤-오버 제어 장치(200)는 상기 차량 동작상태 검출장치(100)에서 검출되어 인가되는 조향 각, 휠 회전수, 롤 각, 롤 레이트, 요 레이트 및 차속 등을 입력받아, 차량의 롤-오버를 판단하게 된다.
- <74> 즉, 차량의 롤-오버를 판단하는 롤-오버 제어 장치(200)는 차량의 주행에 따라 운전자의 스티어링 조작에 의해 가변되는 조향 각과 차량의 4 바퀴의 휠 속도 변화값이 차량 동력학 처리부(210)로 입력된다(S110).

- <75> 그리고, 차량의 주행에 따라 가변 검출되는 롤 각, 롤 레이트, 요 레이트 및 차속 등은 칼만 필터 응용부(220)로 입력된다(S120).
- <76> 이에, 롤-오버 제어 장치(200)의 칼만 필터 응용부(220)는 상기 검출되어 입력되는 조향 각, 휠 회전수, 롤 각, 롤 레이트, 요 레이트 및 차속 등을 차량 동력학 방정식을 이용하여 기존 방법들과 다른 과도상태의 슬립 앵글을 예측하여 출력한다(S130).
- <77> 이어서, 롤-오버 제어 장치(200)의 타이어 동력학 처리부(230)는 상기 칼만 필터 응용부(220)에서 예측되어 출력되는 슬립 앵글을 입력받아 타이어 동력학 방정식에 의해 각 타이어의 횡력( $F_y$ )을 산출한다(S140).
- <78> 상기에서 슬립 앵글을 예측하는 방법과 각 타이어의 횡력( $F_y$ )을 산출하는 방법은 하기의 수학적식들에 의해서 구할 수 있다.
- <79> 먼저, 차량 동력학 관련 방정식은 하기의 수학적식 1에 의해 정의 할 수 있다.

<80> 축력(Longitudinal Force) :  $F_x$

$$F_x = m \cdot \left[ \dot{V}_x - r \cdot V_y - r \cdot p \cdot \frac{m_s \cdot h}{m} \right]$$

횡력(Lateral Force) :  $F_y$

$$F_y = m \cdot \left[ \dot{V}_y - r \cdot V_x - r \cdot \dot{p} \cdot \frac{m_s \cdot h}{m} \right]$$

요 모멘트(Yaw Moment) :  $T_z$

$$T_z = I_z \cdot \dot{r} - I_{xz} \cdot \dot{p}$$

롤 모멘트(Roll Moment) :  $T_x$

$$T_x = I_x \cdot \dot{p} - I_{xz} \cdot \dot{r} + m_s \cdot h \cdot [\dot{V}_y + r \cdot V_x]$$

【수학적식 1】

<81> 여기서  $m$  는 총 차량 질량이다.

<82> 하지만, 칼만 필터 응용부(220)에서 상기 차량 동역학 방정식을 이용하기 위해서는 상기 수학식 1을 하기의 수학식 2로 변환하여 이용하여야 한다.

<83> 【수학식 2】      축속도(Longitudinal Velocity) :  $V_x$

$$\text{<84> } V_x = \frac{F_x}{m} + r \cdot V_y + r \cdot \dot{p} \cdot \frac{m_s \cdot h}{m}]$$

                                  횡속도(Lateral Velocity) :  $V_y$

$$V_y = -r \cdot V_x - \frac{1}{K_{vy}} \cdot [F_y \cdot (I_{xx}^2 - I_x \cdot I_z) + m_s \cdot h \cdot (I_z \cdot T_z + I_{xz} \cdot T_z)]$$

                                  요 레이트(Yaw Rate) :  $r$

$$\dot{r} = \frac{1}{K_{vy}} \cdot [(m \cdot I_x - m_s^2 \cdot h^2) \cdot T_z + m \cdot I_{xz} \cdot T_x - m_s \cdot h \cdot I_{xz} \cdot F_y]$$

                                  롤 레이트(Roll Rate) :  $p$

$$\dot{p} = \frac{1}{K_{vy}} \cdot [(m \cdot (I_z \cdot T_x + I_{xz} \cdot T_z) - m_s \cdot h \cdot I_z \cdot F_y]$$

                                  롤 앵글(Roll Angle) :  $\phi$

$$\phi = p \quad \text{이다.}$$

<85> 따라서,  $K_{vy} = m \cdot I_x \cdot I_z - m \cdot I_{xy}^2 - m^2 \cdot h^2 \cdot I_z$  으로 정의할 수 있다.

<86>                               상기에서  $I_x$  는 롤 모멘트 이고

<87>                                $I_z$  는 요 모멘트 이며,

<88>                                $I_{xz}$ 는 롤과 요 모멘트의 곱이며,

<89>                                $m_s$  는 스프링 메스(Spring mass)이고,

<90>                                $h$  는 지면과 차량 중심간의 길이 이다.



<91>      상기 수학식 2를 이용하여 칼만 필터 응용부(220)는 차량 동작상태 검출장치(100)에서 검출되어 인가되는 조향 각, 휠 회전수, 롤 각, 롤 레이트, 요 레이트 및 차속 등을 연산하여 선회하는 차량의 각 타이어의 슬립 앵글(Slip Angle :  $\alpha$ )을 예측한다.

<92>      따라서, 선회하는 차량의 각 타이어의 슬립 앵글( $\alpha$ )과 슬립 비(s)는 하기의 수학식 3과 같이 예측할 수 있다.

<93>      프론트 좌측 바퀴의 슬립 앵글 :  $\dot{\alpha}_{fl}$

$$\dot{\alpha}_{fl} = \frac{Vx}{\sigma_y} (\alpha_{fl-ss} - \alpha_{fl})$$

프론트 우측 바퀴의 슬립 앵글 :  $\dot{\alpha}_{fr}$

$$\dot{\alpha}_{fr} = \frac{Vx}{\sigma_y} (\alpha_{fr-ss} - \alpha_{fr})$$

리어 좌측 바퀴의 슬립 앵글 :  $\dot{\alpha}_{rl}$

$$\dot{\alpha}_{rl} = \frac{Vx}{\sigma_y} (\alpha_{rl-ss} - \alpha_{rl})$$

리어 우측 바퀴의 슬립 앵글 :  $\dot{\alpha}_{rr}$

$$\dot{\alpha}_{rr} = \frac{Vx}{\sigma_y} (\alpha_{rr-ss} - \alpha_{rr})$$

프론트 좌측 바퀴의 슬립 비 :  $\dot{s}_{fl}$

$$\dot{s}_{fl} = \frac{Vx}{\sigma_x} (s_{fl-ss} - s_{fl})$$

프론트 우측 바퀴의 슬립 비 :  $\dot{s}_{fr}$

$$\dot{s}_{fr} = \frac{Vx}{\sigma_x} (s_{fr-ss} - s_{fr})$$

【수학식 3】

&lt;94&gt;

리어 좌측 바퀴의 슬립 비 :  $\dot{s}_{rl}$ 

$$\dot{s}_{rl} = \frac{V_x}{\sigma_x} (s_{rl-ss} - s_{rl})$$

리어 우측 바퀴의 슬립 비 :  $\dot{s}_{rr}$ 

$$\dot{s}_{rr} = \frac{V_x}{\sigma_x} (s_{rr-ss} - s_{rr})$$

&lt;95&gt;

상기에서  $\sigma_x$ 와  $\sigma_y$ 는 차량의 축과 횡의 감쇠 길이[m]이다,

&lt;96&gt;

따라서, 선회하는 차량의 각 바퀴에 대한 슬립앵글의 정확한 값(  $\alpha_{ss}$ )을 예측  
하자면 하기의 수학적 식 4와 같이 구할 수 있다.

&lt;97&gt;

프런트 좌측 바퀴의 슬립 앵글 :  $\alpha_{fl-ss}$ 

$$\alpha_{fl-ss} = -\delta_{fl} + \frac{V_y + \lambda_f \cdot r}{V_x}$$

프런트 우측 바퀴의 슬립 앵글 :  $\alpha_{fr-ss}$ 

$$\alpha_{fr-ss} = -\delta_{fr} + \frac{V_y + \lambda_f \cdot r}{V_x}$$

리어 좌측 바퀴의 슬립 앵글 :  $\alpha_{rl-ss}$ 

$$\alpha_{rl-ss} = -\delta_{rl} + \frac{V_y + \lambda_f \cdot r}{V_x}$$

리어 우측 바퀴의 슬립 앵글 :  $\alpha_{rr-ss}$ 

$$\alpha_{rr-ss} = -\delta_{rr} + \frac{V_y + \lambda_f \cdot r}{V_x}$$

상기에서  $\delta_{fl} = \delta_{fo} + K_{\kappa} \cdot \phi - K_{\alpha f} \cdot F_{yfl}$  이고,

【수학적 식 4】

&lt;98&gt;

$$\delta_{fr} = \delta_{fo} + K_{rv} \cdot \phi - K_{csf} \cdot F_{yfr} \text{ 이고,}$$

$$\delta_{rl} = \delta_{fo} + K_{rv} \cdot \phi - K_{csr} \cdot F_{yrl} \text{ 이고,}$$

$$\delta_{rr} = \delta_{fo} + K_{rv} \cdot \phi - K_{csf} \cdot F_{yrr} \text{ 이다.}$$

&lt;99&gt;

상기에서  $\delta_{fo}$ 는 조향 각 입력 값[rad] 이고,

&lt;100&gt;

$K_{rsf}$  ,  $\sim K_{rsr}$  는 차량 전, 후의 롤 조종 계수이고,

&lt;101&gt;

$K_{csf}$  ,  $\sim K_{csr}$  는 차량 전, 후의 선회 강직성이고,

&lt;102&gt;

$F_{yfl}$  ,  $\sim F_{yfr}$  ,  $\sim F_{yrl}$  ,  $\sim F_{yrr}$  는 각 타이어의 횡력(N) 이다.

&lt;103&gt;

이어서, 선회하는 차량의 각 바퀴에 대한 슬립 비의 정확한 값( $S_{ss}$ )을 예측하자면 하기의 수학적식 5와 같이 구할 수 있다.

&lt;104&gt;

$$S_{fl-ss} = 1 - \frac{V_x}{Rw \cdot \omega_{fl}}$$

$$S_{fr-ss} = 1 - \frac{V_x}{Rw \cdot \omega_{fr}}$$

$$S_{rl-ss} = 1 - \frac{V_x}{Rw \cdot \omega_{rl}}$$

$$S_{rr-ss} = 1 - \frac{V_x}{Rw \cdot \omega_{rr}}$$

【수학적식 5】

&lt;105&gt;

상기 수학적식 2에서  $F_x$ ,  $F_y$ ,  $T_z$ ,  $T_x$ 는 하기의 수학적식 6에서 산출할 수 있다.

## &lt;106&gt; 【수학식 6】

축력(Longitudinal Force) :  $F_x$

$$F_x = F_{xf} + F_{xr}$$

횡력(Lateral Force) :  $F_y$

$$F_y = F_{yf} + F_{yr}$$

요 모멘트(Yaw Moment) :  $T_z$

$$T_z = \lambda_f F_{yf} - \lambda_r F_{yr} + \frac{t_f}{2} [F_{xfl} - F_{yfl} \delta_{fl} - (F_{xfr} - F_{yfr} \delta_{fr})] \\ + \frac{t_r}{2} [F_{xrl} - F_{yrl} \delta_{rl} - (F_{xrr} - F_{yrr} \delta_{rr})]$$

롤 모멘트(Roll Moment) :  $T_x$

$$T_x = m_s \cdot h \cdot g - (K_r \cdot \phi + B_r \cdot \dot{\phi}) \text{ 로 산출할 수 있다.}$$

<107>      상기에서  $t_f$  또는  $t_r$  은 차량 프런트와 리어 사이의 타이어 거리,

<108>       $g$  는 중력 가속도,

<109>       $K_r$ 은 프런트와 리어 롤 강직성의 합[N\*m/rad],

<110>       $B_r$ 은 프런트와 리어 롤 댐핑의 합[N\*m\*s/rad] 이다.

<111>      상기 수학식 6에서  $F_{xf}$ ,  $F_{xr}$ ,  $F_{yf}$ ,  $F_{yr}$ 는 하기의 수학식 7에 의해 도출된다.

<112>

$$F_{xf} = F_{xfl} + F_{xfr} - F_{yfl} \cdot \delta_{fl} - F_{yfr} \cdot \delta_{fr}$$

$$F_{xr} = F_{xrl} + F_{xrr} - F_{yrl} \cdot \delta_{rl} - F_{yrr} \cdot \delta_{rr}$$

$$F_{yf} = F_{yfl} + F_{yfr} + F_{xfl} \cdot \delta_{fl} + F_{xfr} \cdot \delta_{fr}$$

$$F_{yr} = F_{yrl} + F_{yrr} + F_{xrl} \cdot \delta_{rl} + F_{xrr} \cdot \delta_{rr}$$

## 【수학식 7】

<113> 그리고, 상기 수학식 7에서 각 타이어의 축력( $F_{xf1}$ ,  $F_{xfr}$ ,  $F_{xr1}$ ,  $F_{xrr}$ )과 각 타이어의 횡력( $F_{yf1}$ ,  $F_{yfr}$ ,  $F_{yr1}$ ,  $F_{yrr}$ )은 수학식 8과 같이 산출할 수 있다.

<114> 각 타이어의 축력( $F_x$ )

$$F_{xf1} = C_{xf} \cdot S_{f1}$$

$$F_{xfr} = C_{xf} \cdot S_{fr}$$

$$F_{xr1} = C_{xr} \cdot S_{r1}$$

$$F_{xrr} = C_{xr} \cdot S_{rr}$$

【수학식 8】

<115> 각 타이어의 횡력( $F_y$ )

$$F_{yf1} = -C_{yf} \cdot \alpha_{f1}$$

$$F_{yfr} = -C_{yf} \cdot \alpha_{fr}$$

$$F_{yr1} = -C_{yr} \cdot \alpha_{r1}$$

$$F_{yrr} = -C_{yr} \cdot \alpha_{rr} \quad \text{이다.}$$

<116> 상기에서,  $C_{xf}$ 와  $C_{xr}$ 은 전, 후의 축력 강직성[N]이고,

<117>  $C_{yf}$ 와  $C_{yr}$ 은 전, 후의 선회 강직성[N/rad]이다.

<118> 따라서, 롤-오버 제어 장치(200)의 칼만 필터 응용부(220)에서 상기와 같이 슬립 앵글( $\alpha$ )을 예측한 후, 타이어 동력학 처리부(230)에서 상기 수학식 3과 수학식 4와 같이 예측된 슬립 앵글( $\alpha$ )을 처리하여 상기 수학식 6에서와 같이 각 타이어의 횡력( $F_y$ )을 산출함에 따라, 롤-오버 제어 장치(200)는 상기 산출된 각 타이어의 횡력( $F_y$ )에 따라 롤-오버 발생여부를 판단하기 위해 프리-롤-오버 판정부(240)에서 롤-오버 발생 가능성을 판정하기 위한 프리-롤-오버 판정 서브루틴을 수행한다(S150).

<119>       상기 프리-롤-오버 판정 서브루틴은 타이어 동력학 처리부(230)에서 연산되어 출력되는 차량의 각 타이어 횡력( $F_y$ )을 비교하여, 롤-오버 발생 가능성을 판단한 후, 롤-오버 발생 가능성이 판단되면, 경고신호를 출력함과 동시에 롤-오버 발생을 방지하기 위해 리어 토우-인 제어, 차량 주행 차속 저감, 및 엔진 출력 저감 등의 제어신호를 출력한다.

<120>       이어서, 롤-오버 제어 장치(200)는 상기 프리-롤-오버 판정부(240)에서 출력되는 리어 토우-인 제어, 차량 주행 차속 저감, 및 엔진 출력 저감 등의 제어신호에 의해 차량의 동작상태가 가변된 후의 롤 각, 롤 레이트, 요 레이트 및 차속 등을 칼만 필터 응용부(220)로 입력받아, 상기 칼만 필터 응용부(220)에서 횡속도( $V_y$ )를 산출한다(S160).

<121>       그리고, 상기에서 산출된 횡속도( $V_y$ )를 이용하여 정확한 롤-오버 발생을 판정하기 위해 롤-오버 판정부(250)로 인가한 후, 하기의 롤-오버 판정 서브루틴을 수행한다(S170).

<122>       상기 롤-오버 판정 서브루틴은 칼만 필터 응용부(220)에서 산출되는 횡속도( $V_y$ )를 롤-오버 판정부(250)에서 입력받아, 롤-오버를 판정하기 위한 기준 값(CSV)과 비교한 후, 상기 입력되는 횡속도( $V_y$ )가 롤-오버 판정 기준 값(CSV)보다 크다고 판정되면, 롤-오버 발생에 의한 차량 전복이 이루어짐을 미리 예측하여, 차량 전복시 탑승자를 보호하기 위한 에어 백 전개, 차량 측면 보호, 시트 벨트 프리텐서너 조절 등을 수행한다.

<123> [프리-롤-오버 판정 서브루틴]

- <124> 도 3에 도시되어 있는 바와 같이, 프리-롤-오버 판정 서브루틴이 시작되면, 롤-오버 제어 장치(200)의 프리-롤-오버 판정부(240)는 상기 타이어 동력학 처리부(230)에서 산출되어 출력되는 각 타이어의 횡력( $F_y$ )을 입력받아, 상기 입력되는 각 타이어의 횡력( $F_y$ ) 중 어느 하나라도 '0'이 되었는가를 판단한다(S200, S210, S220).
- <125> 즉, 각 타이어의 횡력( $F_y$ )이 '0'이 되었다는 것은, 선회하는 차량의 바깥쪽 전, 후 타이어 중 어느 하나의 타이어가 지면으로부터 떨어짐으로서, 횡력( $F_y$ )이 산출되지 않았다는 의미이다.
- <126> 따라서, 프리-롤-오버 판정부(240)는 상기에서 각 타이어 중 어느 하나의 타이어에 대한 횡력( $F_y$ )이 '0'이 되었다고 판단되면, 롤-오버가 발생할 수 있음을 운전자에게 경고하기 위한 제1 차 경고신호를 출력한다(S230).
- <127> 하지만, 상기에서 각 타이어 중 어느 타이어에서도 횡력( $F_y$ )이 0이 되는 타이어가 나타나지 않음이 판단되면, 프리-롤-오버 판정부(240)는 시간을  $dt$  만큼 증가시킨 후, 메인 루틴으로 리턴하여 차량 동작상태를 입력하는 단계(S110)를 수행한다(S240).
- <128> 이어서, 프리-롤-오버 판정부(240)는 제1 차 경고신호를 출력한 이 후, 상기 입력되는 각 타이어의 횡력( $F_y$ ) 중, 두 개의 타이어에서 '0'이 나타났는가를 판단한다(S250).
- <129> 상기에서, 선회하는 차량의 각 타이어 중 두 개의 타이어에서 횡력( $F_y$ )이 '0'됨이 나타남이 판단되면, 프리-롤-오버 판정부(240)는 롤-오버에 의해 차량이 전복될 수 있음을 경고하기 위한 제2 차 경고신호를 출력한다(S260).

- <130> 이어서, 프리-롤-오버 판정부(240)는 곡선 도로를 선회하는 차량에서 롤-오버가 발생됨을 방지하기 위해 리어 토우-인, 엔진 출력 점감 및 차속 저감 요구신호를 도 1에 도시되어 있는 능동 리어 토우 인 제어장치(300)와 트랙션 제어 장치(400) 및 브레이크 제어장치(500)로 소정의 제어신호를 출력한다(S270).
- <131> 이에, 능동 리어 토우-인 제어장치(300)는 선회 차량의 리어측 바퀴를 안쪽으로 모으기 위한, 토우-인 제어신호를 구동장치(600)의 리어 토우-인 구동부(640)로 출력한다.
- <132> 트랙션 제어 장치(400)는 차량의 엔진 출력을 저감시키기 위해 스로틀밸브 개도 및 연료 분사 조절 제어 신호를 구동장치(600)의 엔진 구동부(650)로 출력한다.
- <133> 브레이크 제어 장치(500)는 곡선 도로를 선회하는 차량의 차속을 저감시키는 브레이크 작동 제어신호를 구동장치(600)의 브레이크 구동부(660)로 출력한다.
- <134> 이에, 구동장치(600)는 상기 능동 토우-인 제어장치(300), 트랙션 제어 장치(400) 및 브레이크 제어 장치(500)에서 출력되는 제어신호에 따라, 선회 차량의 차속과 엔진 출력을 저감함과 동시에 리어측 타이어를 토우-인 시킴으로서, 차량의 롤-오버됨을 최소화시킨다.
- <135> 이어서, 프리-롤-오버 판정부(240)는 상기 롤-오버 방지 제어신호를 출력한 다음, 메인 루틴으로 프로그램 수행을 리턴 시켜 칼만 필터 응용부(220)로 롤 각, 롤 레이트, 요레이트, 차속 변화 등을 입력하여 횡속도를 산출하는 단계(S160)를 수행하여 선회중인 차량의 롤-오버가 완전히 제어되었는가를 판단한다(S280).
- <136> 하지만, 상기에서, 선회하는 차량의 4개의 각 타이어 중 한 개의 타이어의 횡력이 '0'으로 나타남이 유지됨이 판단되면, 프리-롤-오버 판정부(240)는 롤-오버가 발생할 수



있는 위험한 주행상태임을 운전자에게 알려주기 위한 경고램프를 점등시키고, 시간을 소정의 시간(dt)만큼 증가시킨 후, 차량의 동작상태 변화에 따라 롤-오버 발생여부를 판단하기 위해 메인 루틴으로 리턴하여 차량의 동작상태 변화를 입력받는 단계(S110)를 수행한다(S290, S295).

<137> [롤-오버 판정 서브루틴]

<138> 도 4에 도시되어 있는 바와 같이, 롤-오버 판정 서브루틴(S300)이 시작되면, 롤-오버 제어 장치(200)의 롤-오버 판정부(250)는 칼만 필터 응용부(220)에서 연산되어 출력되는 선회 차량의 횡속도( $V_y$ )를 입력받아, 상기 선회 차량의 횡속도( $V_y$ )를 롤-오버 발생 판단을 위한 제1 기준 값(CSV)과 비교한다(S310, S320).

<139> 상기에서 제1 기준 값(CSV : Critical Sliding Speed)은 회전체의 운동량(Angular Momentum) 보전에 의하여 결정되며, 그에 따른 정의는 하기의 수학적 식 9에 의해 정의된다.

<140>

$$CSV = Factor \cdot \sqrt{[h^2 + (\frac{t}{2})^2]^{1/2} - h}$$

【수학적 식 9】

<141> 상기에서 Factor는 회전인자 이고,

<142> t는 타이어 면적이고,

<143> h는 차량의 중심축과 지면과의 거리이다.

<144> 상기에서 선회 차량의 횡속도( $V_y$ )가 롤-오버 발생 판단 기준 값인 제1 기준 값(CSV)보다 크다고 판단되면, 롤-오버 판정부(250)는 선회 차량이 롤-오버 발생에 의해

전복 직전임을 예측하고, 차량 전복시 탑승객을 보호하기 위한 에어 백 전개, 시트 벨트 프리 텐서너 조절 및 차량 측면 찌그러짐 보호 등을 수행하기 위한 제어신호를 출력한다(S340).

<145> 이에, 구동장치(600)의 에어 백 구동부(610)는 상기 롤-오버 제어 장치(200)의 롤-오버 판정부(250)에서 출력되는 제어신호에 동기되어 에어 백 점화 회로를 점화시켜 에어 백을 전개시키고, 시트벨트 프리 텐서너 구동부(620)는 탑승자가 이동됨을 최소화하기 위해 시트벨트를 조절하며, 측면 보호 구동부(630)는 차량의 측면이 찌그러져 안쪽으로 유입됨을 방지한다.

<146> 이로서, 주행차량이 곡선 도로를 선회시, 차량의 주행상태 변화를 입력받아 칼만 필터 응용부에서 차량의 슬립 앵글을 정확히 예측함으로써, 선회하는 차량의 롤-오버 발생을 방지할 수 있고, 롤-오버 발생으로 차량 전복시, 차량이 전복되기 전, 롤-오버 발생을 예측함으로써, 탑승자가 상해를 입는 것을 최소화 할 있다.

#### 【발명의 효과】

<147> 이상 설명한 바와 같이 본 발명은, 주행차량의 선회 안정성을 확보하기 위해 차량의 주행상태를 검출하여 칼만 필터를 이용 주행중인 차량의 슬립 앵글을 정확히 예측하여 그 결과에 따라 롤-오버 발생여부를 판단함으로써, 선회하는 차량의 롤-오버 발생을 방지할 수 있고, 롤-오버 발생으로 차량 전복시, 차량이 전복되기 전, 롤-오버 발생을 예측함으로써, 탑승자가 상해를 입는 것을 최소화 할 있다.

## 【특허청구범위】

## 【청구항 1】

차량이 시동 온 되면, 차량 동작상태 변화에 따라 검출되는 조향 각과 휠 회전수를 차량 동력학 처리부로 입력하고, 롤 각, 롤 비율, 요 비율 및 차속 등을 검출하여 칼만 필터 응용부로 입력하는 단계와;

상기 단계에서 입력되는 롤 각, 롤 비율, 요 비율 및 차속을 차량 동력학 방정식을 이용 칼만 필터 응용부에서 연산하여 과도상태로 발생하는 슬립 앵글을 예측하는 단계와;

상기 단계에서 예측된 과도상태의 슬립 앵글을 타이어 동력학 처리부에서 연산하여 타이어 횡력( $F_y$ )을 산출하는 단계와;

상기 단계에서 산출된 타이어 횡력( $F_y$ )을 비교하여 롤-오버 발생여부를 판단하는 프리-롤-오버 판정 서브루틴을 수행하는 단계와;

상기 프리-롤-오버 판정 서브루틴 수행 후, 롤 각, 롤 비율, 요 비율 및 차속을 칼만 필터 응용부에 재입력하여 횡속도를 산출하는 단계와;

상기 단계에서 산출되는 횡속도를 이용 롤-오버를 판정하기 위한 롤-오버 판정 서브루틴을 수행하는 단계로 이루어지는 것을 특징으로 하는 롤 오버 제어 시스템.

## 【청구항 2】

제 1항에 있어서, 과도 상태의 슬립 앵글을 예측하기 위해 칼만 필터 응용부에서 사용되는 방정식은 하기의 수학식 10으로 정의할 수 있는 것을 특징으로 하는 롤 오버 제어 시스템.

축속도(Longitudinal Velocity) :  $V_x$ 는

$$V_x = \frac{F_x}{m} + r \cdot V_y + r \cdot \dot{p} \cdot \frac{m_s \cdot h}{m}$$

횡속도(Lateral Velocity) :  $V_y$ 는

$$V_y = -r \cdot V_x - \frac{1}{K_{vy}} \cdot [F_y \cdot (I_{xx}^2 - I_x \cdot I_z) + m_s \cdot h \cdot (I_z \cdot T_z + I_{xz} \cdot T_z)]$$

요 레이트(Yaw Rate) :  $r$  은

$$\dot{r} = \frac{1}{K_{vy}} \cdot [(m \cdot I_x - m_s^2 \cdot h^2) \cdot T_z + m \cdot I_{xz} \cdot T_x - m_s \cdot h \cdot I_{xz} \cdot F_y]$$

롤 레이트(Roll Rate) :  $p$  는

$$\dot{p} = \frac{1}{K_{vy}} \cdot [(m \cdot (I_z \cdot T_x + I_{xz} \cdot T_z) - m_s \cdot h \cdot I_z \cdot F_y)]$$

롤 앵글(Roll Angle) :  $\phi$  는

$$\dot{\phi} = p$$

【수학식 10】

슬립앵글  $\alpha$  는

프런트 좌측 바퀴의 슬립 앵글 :  $\dot{\alpha}_{fl}$

$$\dot{\alpha}_{fl} = \frac{V_x}{\sigma_y} (\alpha_{fl-s} - \alpha_{fl})$$

프런트 우측 바퀴의 슬립 앵글 :  $\dot{\alpha}_{fr}$

$$\dot{\alpha}_{fr} = \frac{V_x}{\sigma_y} (\alpha_{fr-s} - \alpha_{fr})$$

리어 좌측 바퀴의 슬립 앵글 :  $\dot{\alpha}_{rl}$

$$\dot{\alpha}_{rl} = \frac{V_x}{\sigma_y} (\alpha_{rl-s} - \alpha_{rl})$$

리어 우측 바퀴의 슬립 앵글 :  $\dot{\alpha}_{rr}$

$$\dot{\alpha}_{rr} = \frac{Vx}{\sigma_y} (\alpha_{rr-s} - \alpha_{rr})$$

슬립 비 S는

프런트 좌측 바퀴의 슬립 비 :  $\dot{s}_{fl}$

$$\dot{s}_{fl} = \frac{Vx}{\sigma_x} (s_{fl-s} - s_{fl})$$

프런트 우측 바퀴의 슬립 비 :  $\dot{s}_{fr}$

$$\dot{s}_{fr} = \frac{Vx}{\sigma_x} (s_{fr-s} - s_{fr})$$

리어 좌측 바퀴의 슬립 비 :  $\dot{s}_{rl}$

$$\dot{s}_{rl} = \frac{Vx}{\sigma_x} (s_{rl-s} - s_{rl})$$

리어 우측 바퀴의 슬립 비 :  $\dot{s}_{rr}$

$$\dot{s}_{rr} = \frac{Vx}{\sigma_x} (s_{rr-s} - s_{rr})$$

상기에서  $\sigma_x$ 와  $\sigma_y$ 는 차량의 축과 횡의 감쇠 길이[m],

$I_x$  는 롤 모멘트 이고

$I_z$  는 요 모멘트 이며,

$I_{xz}$ 는 롤과 요 모멘트의 곱이며,

$m_s$  는 스프링 메스(Spring mass)이고,

$h$  는 지면과 차량 중심간의 길이 이다.

**【청구항 3】**

제 1항에 있어서, 프리-롤-오버 판정 서브루틴은,  
타이어 동력학 처리부에서 산출되어 인가되는 타이어 횡력( $F_y$ )을 비교하여 차량  
선회주행 여부를 판단하는 단계와;

상기 단계에서 차량 선회주행이 판단되면 1차 경고신호를 출력하고, 심한 선회여부  
를 판단하는 단계와;

상기 단계에서 주행차량의 심한 선회가 판단되면 2차 경고신호를 출력하고, 롤-오  
버 발생을 방지하기 위한 제어신호를 출력하고 메인 루틴의 신호 입력단계로 리턴하는  
단계로 이루어진 롤 오버 제어 시스템.

**【청구항 4】**

제 3 항에 있어서, 차량 선회주행 판단은 타이어의 들림 현상을 비교하여 판단하되  
, 하나의 타이어 들림 현상이 판단되면 1차 경고신호를 출력하고, 2개의 타이어 들림 현  
상이 판단되면 심한 선회 주행으로 판단하여 2차 경고신호를 출력하는 것을 포함하는 롤  
오버 제어 시스템.

**【청구항 5】**

제 3 항에 있어서, 롤 오버 발생 방지 제어신호는, 주행 차량의 리어측 타이어 토  
우-인 제어, 차량 엔진 출력 저감 제어 및 차량 주행 차속 저감 제어신호를 출력하여 롤  
오버 발생을 방지하는 것을 포함하는 롤 오버 제어 시스템.

**【청구항 6】**

제 1 항에 있어서, 롤 오버 판정 서브루틴은, 메인 루틴의 칼만 필터 응용부에서 예측되어 인가되는 횡속도( $V_y$ )를 롤-오버 발생 판정 기준 값과 비교하는 단계와;

상기 단계에서 롤-오버 발생이 판단되면, 탑승객 보호를 위한 제어신호를 출력하는 단계와;

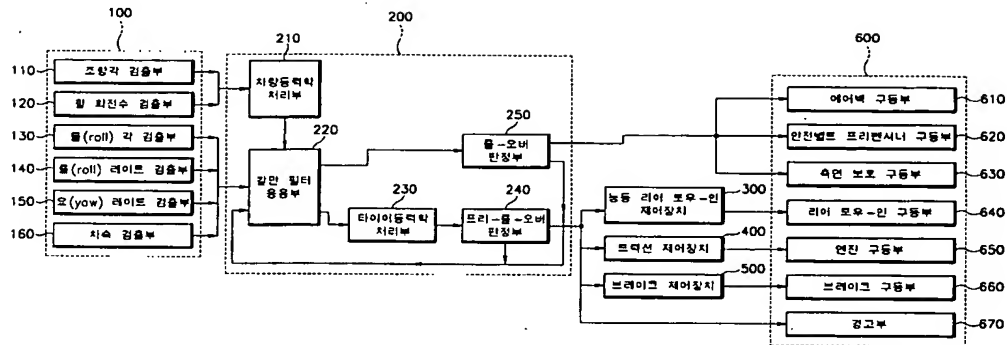
상기 단계에서 롤-오버가 판단되지 않으면 메인 루틴의 차량 동작상태에 따른 검출 신호 입력단계로 리턴하는 단계로 이루어진 롤 오버 제어 시스템.

**【청구항 7】**

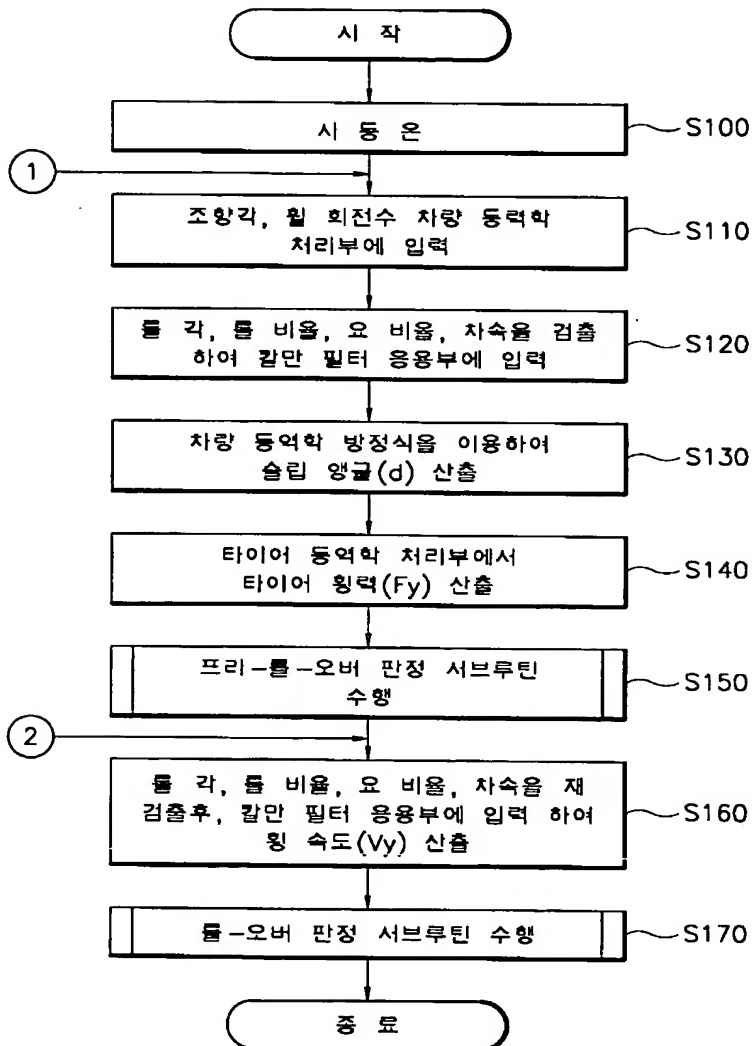
제 6 항에 있어서, 탑승객 보호 제어신호는 에어 백 구동, 시트벨트 프리 텐서너 구동 및 측면 보호 구동신호인 것을 포함하는 롤 오버 제어 시스템.

【도면】

【도 1】

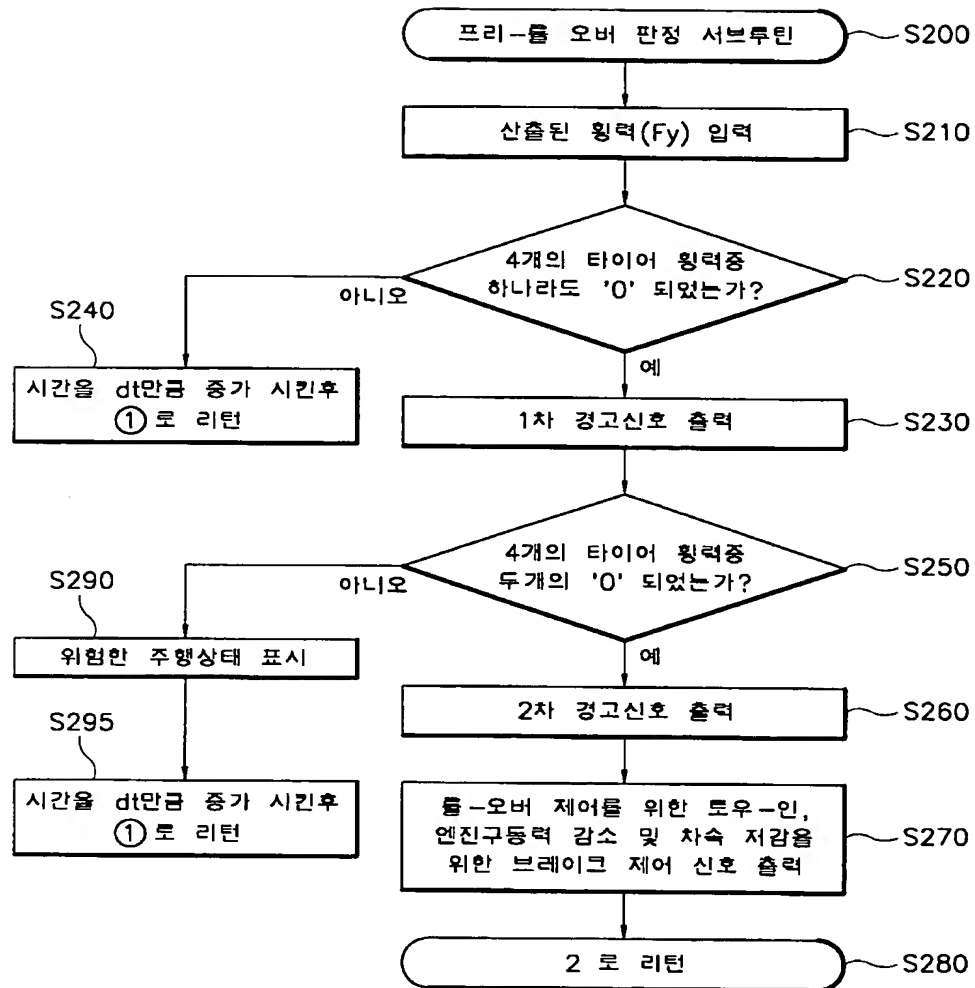


【도 2】





【도 3】



【도 4】

